Joël BISAULT

LANGAGE, ACTION ET APPRENTISSAGE EN SCIENCES À L'ÉCOLE MATERNELLE

Résumé : L'étude que nous présentons[1] a été réalisée dans le cadre d'une recherche portant sur l'argumentation dans l'enseignement des sciences à l'école primaire[2]. Elle s'appuie sur l'analyse de dialogues oraux enregistrés pendant des activités de classe consacrées à l'étude du fonctionnement d'un objet technique usuel : l'aspirateur. Ces activités ont été mises en œuvre dans deux classes de maternelle (petite section et moyenne section). Nous avons croisé les points de vue de la didactique des sciences et de la didactique du français pour observer la construction progressive des discours et des connaissances en liaison avec les phénomènes ou objets observés et manipulés.

Mots clés : Langage, argumentation, sciences, modélisation, école maternelle

QUELLE PLACE ET QUEL RÔLE POUR LE LANGAGE DANS LES ACTIVITÉS SCIENTIFIQUES À L'ÉCOLE ?

Dans une vision constructiviste des apprentissages, le langage peut jouer un rôle fonctionnel dans la démarche d'investigation des élèves pour organiser l'action, confronter les résultats et structurer progressivement les connaissances (Vérin, 1988 ; Astolfi, 1991). La démarche de l'élève se rapproche alors de celle du chercheur en articulant des activités d'investigation sur des objets ou phénomènes et des activités de « communication » (Bisault, 2004b). Nous considérons que l'activité scientifique est faite de la construction et de la défense de points de vue (Latour, 1988). Dans cette conception épistémologique de la science, l'argumentation joue un rôle essentiel dans l'élaboration sociale des connaissances au sein d'une communauté scientifique. Nous avons déjà utilisé ce cadre épistémologique pour concevoir des dispositifs didactiques spécifiques permettant la communication au sein d'une communauté scientifique scolaire regroupant différentes écoles élémentaires (Bisault, 2004b) ; nous l'utilisons ici pour analyser des situations didactiques plus « ordinaires » à un autre niveau de la scolarité (cycle 1 de l'école maternelle). Nous avons voulu examiner dans cette étude les effets de la communication entre élèves sur la construction collective des connaissances et sur les apprentissages individuels.

[1] Une partie de cette étude a été présentée au colloque « Faut-il parler pour apprendre » organisé à Arras par l'IUFM Nord – Pas de Calais en mars 2004 (Bisault, 2004a).

[2] Recherche associative IUFM-INRP (2000-2003) « Argumentation et démonstration dans les débats et discussions en classe », coordonnée par J. Colomb.

Nous avons utilisé le langage à la fois comme « outil » et « indicateur » d'apprentissage en sciences : outil, par le biais des interactions verbales considérées comme un élément d'une pratique scientifique scolaire produisant des connaissances et indicateur parce que c'est une des manifestations observables des élaborations cognitives[3]. Cela nous a donc amené à accorder une part importante au langage dans les activités proposées aux élèves comme dans les analyses que nous avons réalisées.

QUELS OUTILS POUR ANALYSER LES DISCOURS EN CLASSE DE SCIENCE ?

Nous avons essayé de repérer dans les discours des élèves ce qui pouvait relever d'enjeux argumentatifs ou explicatifs sans en rechercher les formes canoniques. Nous avons ainsi privilégié l'exploration de situations multiples et non codifiées à l'avance (Nonnon, 2001). Une approche « formelle » est en effet peu compatible avec notre positionnement épistémologique (Bisault, 2004b) ; en outre, les formes discursives décrites dans certains modèles linguistiques ou logiques[4] nous semblent très éloignées de ce que des jeunes élèves sont réellement en mesure de produire, surtout à l'oral. Cette difficulté est encore renforcée au niveau de classe considéré – cycle 1 de l'école maternelle — où les compétences langagières sont encore peu développées : en effet, comme le rappellent les textes officiels[5], « quelquefois, l'enfant ne peut que mimer ce qu'il ne parvient pas encore à dire ; l'enseignant le conduit à préciser ses gestes, à trouver les mots qui les accompagnent, à dire enfin ou à représenter ce qu'il a compris ».

Nous nous sommes inspiré d'analyses réalisées dans des recherches récentes en didactique du français qui portaient sur des activités scientifiques scolaires (Rebière, 2000 ; Nonnon, 2001). Nous nous sommes notamment intéressé à l'évolution des objets de discours, aux mécanismes de prise en charge énonciative et plus généralement à tout ce qui pouvait relever d'une évolution des points de vue des élèves au cours des échanges. Comme l'indique[6] Elisabeth Nonnon, il est nécessaire de croiser différents indicateurs avant de pouvoir proposer une interprétation en termes de processus cognitifs. A cet effet, nous avons utilisé des indicateurs textuels (notamment les marques de cohésion nominale et verbale et les marques d'énonciation) mais aussi la prosodie et les gestes qui accompagnent les discours[7]. Nous avons

[3] L'interprétation des discours en terme d'élaboration cognitive doit être faite avec beaucoup de prudence ; comme le souligne Elisabeth Nonnon, on ne peut pas penser les rapports entre opérations mentales et indicateurs linguistiques sur le mode de la transparence (Nonnon, 2001).

[4] On peut citer en particulier la typologie de discours de Bronckart en linguistique (Bronckart, 1996) ou le modèle de Toulmin dans le domaine de l'argumentation (Toulmin, 1958).

[5] BOEN hors série, horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire, 14 février 2002, rubrique « découvrir le monde des objets, éducation à la sécurité ».

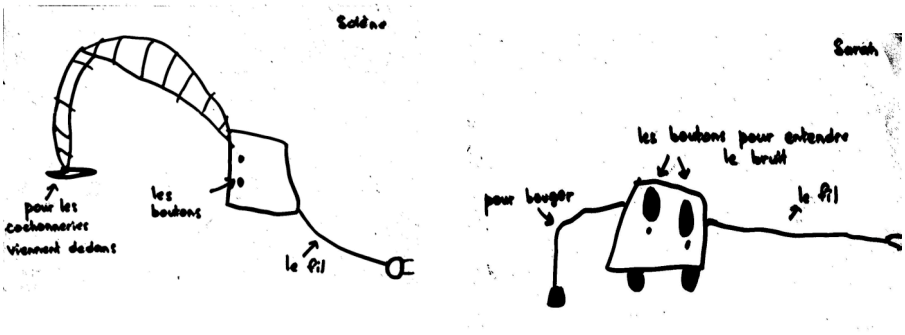
[6] Cette précaution méthodologique donnée pour des corpus oraux d'école élémentaire nous semble encore plus justifiée pour des corpus de début d'école maternelle.

[7] Des travaux en sciences cognitives sur les gestes suggèrent que la gestuelle serait le support de deux mécanismes différents : communiquer les aspects non conscients et exprimer plus simplement des

donc essayé de « re transcrire » les intonations exclamatives et interrogatives qui peuvent être un indice de l'émergence d'une rupture dans la représentation du locuteur (Nonnon, 2001). Pour des raisons similaires, nous avons également « retranscrit » certains gestes qui nous semblaient particulièrement significatifs[8] ; nous avons distingué les gestes « déictiques » utilisés pour montrer ou désigner, les gestes « iconiques » dont le caractère descriptif est lié à la perception visuelle et les gestes « métaphoriques » qui sémiotisent des représentations abstraites (Colletta, 2004).

UNE ACTIVITÉ D'INVESTIGATION ET DE COMMUNICATION AUTOUR D'UN OBJET TECHNIQUE FAMILIER : L'ASPIRATEUR

L'étude d'un objet technique familier fait partie des activités préconisées dans les instructions officielles pour le cycle 1[9] : « L'utilisation d'objets techniques variés dans des situations fonctionnelles […] conduit d'abord à la découverte de leurs usages et au développement de l'habileté de l'utilisateur. Ces situations permettent aussi de tenter de répondre à des questions simples : à quoi servent ces objets ? comment les utiliser ? d'où viennent-ils ? ». Par ailleurs, l'aspirateur est un objet bien connu des élèves comme en témoignent les dessins réalisés par des élèves de moyenne section avant l'étude de cet objet en classe (document I)



Dessin de Solène Dessin de Sarah

Document I : premiers dessins sur l'aspirateur (Moyenne section)
(commentaires réalisés en dictée à l'adulte)

L'activité d'investigation et de communication que nous présentons dans cet article a été menée en parallèle en fin d'année scolaire dans deux classes d'école

idées difficiles à verbaliser (Goldin-Meadow, 1997)

[8] Une analyse systématique des gestes n'a pas été possible dans les conditions d'observation que nous avons utilisées (présence d'une seule caméra). Nous n'avons donc retenu que les gestes qui nous semblaient nécessaires pour lever l'ambiguïté de certains énoncés verbaux.

[9] BOEN hors série, horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire, 14 février 2002, rubrique « découvrir le monde des objets, éducation à la sécurité ».

maternelle (petits — tout petits et petits — moyens) dans le cadre d'un projet d'école sur les sciences et le langage. Elle a été organisée sous forme d'un module d'apprentissage de trois séances qui est résumé dans le document 2. Dans chaque classe, l'activité a été proposée à un petit groupe d'élèves en utilisant le moment de la sieste : dans la première classe (petits-moyens), l'activité a été proposée aux huit élèves du groupe des moyens (noté « moyenne section » ou MS dans la suite de l'article) pendant la sieste des petits ; dans la deuxième classe, l'activité a été proposée aux dix élèves du groupe des petits (noté « petite section » ou PS dans la suite) après la sieste[10], les tout petits étant toujours en sieste. Cette organisation a été utilisée pour la première et la troisième séance. Dans la deuxième séance, les autres élèves de chaque classe ont participé également à l'activité en partant d'une présentation du mode d'emploi de l'aspirateur, réalisée par le groupe d'élèves qui avait étudié l'aspirateur dans la première séance.

Cette étude de l'aspirateur nous semble assez représentative des activités scientifiques et techniques réalisables à l'école maternelle avec un ancrage sur des objets/phénomènes faisant partie de « l'environnement quotidien » des élèves, un usage important du langage (oral, dessin, textes écrits dans une moindre mesure), un recours à l'investigation « expérimentale » et un mode de fonctionnement pédagogique habituel en maternelle (atelier dirigé).

Séance 1 (analysée dans cet article)	a- expression libre sur l'objet et son utilisation émergence des représentations « sociales » — à quoi ça sert ? qui s'en sert ? b- utilisation fonctionnelle de l'aspirateur (enlever les miettes de gaufrettes de la moquette) — comment le faire fonctionner ? à quoi servent les différents boutons ? c- aspiration d'objets divers — pourquoi certains objets ne peuvent-ils pas être aspirés ? que se passe-t-il quand on aspire un objet ? d- recherche des objets aspirés dans l'aspirateur — les objets aspirés ont-ils disparu ? où peut-on retrouver les objets aspirés ? e- élaboration d'un mode d'emploi de l'aspirateur
Séance 2	présentation d'un mode d'emploi de l'aspirateur aux autres élèves de la classe
Séance 3	a- schématisation du chemin des saletés (MS seulement) b- étude du déplacement de l'air c- schématisation du chemin de l'air

Document 2 : présentation générale des séances

Ce dispositif commun été adapté aux particularités de chaque classe (durée des séances plus courte pour les plus petits et niveau de formulation visé plus simple) et aux choix pédagogiques de chaque enseignante (organisation habituelle des activités dans la classe en particulier). Pour ces différentes raisons, certaines activités n'ont pas été proposées au groupe des petits (dessins préalables de l'aspirateur, schématisation du chemin des saletés). Ces contraintes « pédagogiques » n'ont donc pas permis de proposer une « situation » identique pour les deux classes ; la compa-

[10] Plus précisément, les élèves ont été intégrés progressivement à l'activité au fur et à mesure de leur retour en classe.

raison des résultats entre les deux classes ne peut donc pas relever d'une approche « expérimentale » rigoureuse et reste donc seulement indicative.

Les objectifs visés dans ce module sont définis ci-dessous en termes opérationnels ; ils recouvrent plusieurs domaines d'apprentissage. Les trois premiers objectifs relèvent notamment de la technologie autour de différentes approches complémentaires de l'objet technique. Les trois derniers nous semblent relever principalement d'une « lecture scientifique »[11] de l'objet technique à travers une tentative de compréhension des phénomènes physiques qui interviennent dans son fonctionnement. En dehors de ces objectifs spécifiques aux séances « aspirateur » d'autres objectifs plus généraux étaient visés notamment ceux relatifs à la maîtrise de la langue. Sur cet aspect, les séances sur l'aspirateur se sont situées dans la continuité des autres séances d'activités scientifiques réalisées dans les classes qui ont toutes donné une place importante à l'expression orale en cohérence avec le projet d'école.

1- définir l'usage social et la fonction technique de l'aspirateur
2- utiliser l'aspirateur dans des situations variées (aspirer des objets de différentes natures et de différentes dimensions)
3- élaborer un mode d'emploi de l'aspirateur à destination des autres élèves (par dictée à l'adulte pour les MS à l'oral pour les PS)
4- suivre le chemin des objets aspirés dans l'aspirateur
5- décrire la circulation de l'air dans l'aspirateur
6- mettre en relation le déplacement des objets aspirés et la circulation de l'air (MS uniquement)

Document 3 : objectifs visés

Dans cet article, nous analyserons seulement la première séance en nous centrant sur les problèmes posés par la « disparition » des objets aspirés. C'est en effet à ce moment que les échanges nous ont semblé les plus intéressants. Après une première phase de discussion sur l'aspirateur et son usage domestique, les élèves ont utilisé l'aspirateur pour enlever les miettes du goûter sur la moquette. Après ces deux premières phases, une situation problème leur a été proposée : retrouver un objet aspiré. Cette situation a été conçue pour favoriser les interactions entre élèves en raison des désaccords probables sur les actions à entreprendre ou sur les explications à fournir ; elle présente donc *a priori* des enjeux argumentatifs et explicatifs. Cette séance a été enregistrée au magnétoscope ce qui a permis de retranscrire les échanges verbaux ou non verbaux en correspondance avec les actions effectuées sur l'objet technique.

Nous présentons ci-dessous quelques extraits de ces retranscriptions en premier lieu pour discuter de la nature des problèmes posés aux élèves, en second lieu pour analyser le rôle des questions du maître et enfin pour tenter de repérer le cheminement discursif et cognitif lors des échanges. Nous discuterons ensuite des ap-

[11] Pour justifier rigoureusement ce point de vue, il serait nécessaire de prendre en compte de façon précise les différents aspects qui caractérisent ces activités de découverte du monde des objets : enjeux, finalités, outils, démarches.

prentissages scientifiques qui sont en jeu dans ce travail ; dans cette perspective, nous analyserons quelques schémas d'élèves réalisés à la dernière séance.

ASPIRER DES MIETTES, DES CAILLOUX OU UNE PERLE : DU PROJET DU MAÎTRE AU PROJET DES ÉLÈVES

(une dizaine d'élèves — sortie de sieste – regroupement sur le tapis)
Maîtresse : si je mets une perle sur le tapis, est-ce qu'on pourra l'aspirer ?
Salomé : non, parce que sinon on pourra plus faire de collier
Elle ramasse la perle.
M. : ah, on pourra plus faire de collier/c'est vrai que si on la perd/laisse-là sur le tapis, où est-ce qu'elle va passer la perle ?
Benoît : en dessous
M. : elle va passer en dessous, oui et après ?
Benoît : après il faut l'enlever, ça va coller
M. : ah, on va peut-être essayer pour voir, vous ne voulez pas qu'on essaie ?
Marin : non, on va la perdre
La maîtresse finit par chercher quelques cailloux qui seront aspirés puis récupérés un peu plus tard dans le sac de l'aspirateur…
M. : alors, si on aspire la perle, où est-ce qu'elle va passer ?
Salomé : elle va passer dans le sac
M. : ah, on va peut être essayer de voir si on la retrouve après ! on essaye ?
Après quelques essais, la perle est aspirée puis récupérée à l'endroit prévu.

Document 4 : extrait corpus aspirateur maternelle petite section (séance 1- phase c)

Dans la classe de petite section (document 4), les élèves qui viennent d'aspirer des miettes sur le tapis refusent d'aspirer une perle en bois : *« on pourra plus faire de collier »* (Salomé). Le projet des élèves est de nettoyer la moquette ; dans cette perspective, on peut distinguer les objets de valeur qui doivent être rangés et les « saletés » qu'on fait disparaître avec l'aspirateur. Cette disparition fonctionnelle (pour nettoyer, il faut enlever) peut être confondue avec une disparition effective pour de jeunes enfants : *« on va la perdre »* (Marin). La non-conservation va jouer comme obstacle pour entrer dans le projet de l'enseignante : faire comprendre le fonctionnement de l'aspirateur. Dans ce projet, la perle est un objet « idéal » (par ses dimensions et par sa facilité d'identification) pour étudier le cheminement des objets aspirés dans l'aspirateur ; en revanche cet objet est totalement incongru dans le projet des élèves. L'enseignante va permettre le dépassement de cet obstacle conceptuel en proposant d'aspirer un caillou — objet plus neutre qu'on peut accepter de perdre, mais qui est en même temps assez gros pour être identifiable. Cet objet est aspiré puis récupéré dans le sac de l'aspirateur. Les enfants admettent alors la conservation de l'objet, et cela rend possible l'entrée dans le projet de l'enseignante. L'accord des élèves pour aspirer la perle après les essais préliminaires avec les cailloux est donc à la fois l'indicateur d'une évolution conceptuelle et d'un changement radical de l'activité sur l'aspirateur : il ne s'agit plus de l'utiliser pour nettoyer (donc éliminer des objets) mais bien d'étudier « scientifiquement » ce que

deviennent ces objets dans l'aspirateur ; l'entrée progressive des élèves dans cette activité « expérimentale » sur les objets aspirés est donc aussi une entrée dans une posture scientifique. Ce court extrait montre un moment clé de cette séance : celui où des objets familiers (aspirateur, perles…) sont placés dans des situations non familières qui vont permettre l'entrée dans l'apprentissage scientifique. Ce « changement de contexte » est assez fréquent dans l'enseignement des sciences à l'école, comme le souligne Maryse Rebière : « de nombreux apprentissages scolaires traitent d'objets familiers, mais pour que l'objectivation nécessaire à l'apprentissage puisse être effectuée, cet objet doit être arraché à son contexte initial pour être recontextualisé dans le cadre disciplinaire » (Rebière, 2000)

DES QUESTIONS POUR DÉFINIR L'OBJET DE TRAVAIL, GUIDER L'ACTION ET ÉTAYER L'ÉLABORATION CONCEPTUELLE

Comme nous venons de le montrer, les interventions du maître jouent un rôle important dans la définition progressive de l'objet de travail. Cet effet est particulièrement visible dans la deuxième classe observée (moyenne section) à l'échelle de l'ensemble de la séance (30 minutes environ). Pour ces élèves un peu plus âgés, il a été possible d'accorder une part plus importante à la verbalisation. Généralement, les actions ont été préalablement verbalisées, conduites par un seul élève puis discutées collectivement ce qui n'a pas souvent été le cas en petite section. En conséquence, les objets de travail (discursifs et non discursifs) étaient réellement communs à l'ensemble du groupe ce qui a une succession de phases de travail assez bien identifiables.

Dans le document 5, nous avons sélectionné quelques interventions de l'enseignante sur l'ensemble de la séance (11 interventions sur 110) qui ont joué un rôle clé pour guider l'action et étayer l'élaboration conceptuelle. Ces interventions sont des questions se rapportant à divers objets de discours et induisant une tâche spécifique. Il est possible de les interpréter comme des consignes de travail successives qui ont structuré la séance même si en réalité cet effet a été « dilué » dans un ensemble beaucoup plus vaste d'interventions. Nous pouvons noter que les premières questions (interventions 15, 17 et 40) qui sont assez classiques dans ce genre de situation didactique ne portent pas réellement sur des problèmes scientifiques ou techniques. Elles sont néanmoins nécessaires à la suite puisqu'elles permettent une première délimitation de l'objet de travail en s'appuyant sur les connaissances préalables des élèves. D'un aspirateur particulier apporté par la maîtresse, on passe aux aspirateurs connus de chaque enfant puis à l'aspirateur comme objet technique générique. Comme l'indique Elisabeth Nonnon, « l'interaction scolaire, à visée d'apprentissage, fait de l'objet singulier un objet typique, exemplaire, potentiellement généralisable » (Nonnon, 2000).

Les questions suivantes (55, 105 et 107) nous paraissent relever d'avantage d'un registre technique, elles focalisent la réflexion sur l'utilisation de l'objet technique, renvoyant à deux types de connaissances : la fonction d'usage de l'objet et

son mode d'emploi. Les dernières questions (137, 151, 172, 208 et 213)[12] relatives à des problèmes de même nature que ceux évoqués pour la petite section (aspirer des « objets familiers ») nous semblent inductrices d'une activité scientifique. Il s'agit en premier lieu de construire une explication des phénomènes surprenants (disparition des objets aspirés) et en second lieu d'utiliser ce « modèle explicatif » pour prévoir de nouvelles observations. Cet « aller et retour » entre registre empirique et modèle explicatif est un aspect important de la démarche de modélisation en sciences (Martinand, 1992).

Questions de la maîtresse	*« Objet » du discours – tâche induite*	*Quelques réponses d'élèves*
15 alors qu'est ce que c'est ça ?	l'aspirateur apporté dans la classe — identifier et nommer l'objet	- un aspirateur
17 vous en avez déjà vu ? où ?	les aspirateurs des familles — évoquer l'objet dans son contexte familier-	- […] moi, j'en ai un très gros
40 qui est ce qui s'en sert ?	l'utilisateur de l'aspirateur – évoquer l'usage social de l'aspirateur	- maman - c'est moi, Maman, Papa
55 parce que l'aspirateur alors ça sert à quoi ?	l'aspirateur en général (objet générique) définir la fonction technique	- à enlever la poussière - pour enlever les papiers
105 qu'est ce qu'on va faire ? *(après la collation et les miettes sur la moquette)*	Nettoyage de la moquette Utiliser fonctionnellement l'aspirateur	-on prend l'aspirateur
107 pour le faire marcher/qu'est-ce que je dois faire ?	mode d'emploi — récapituler les actions précédentes sur l'objet	- il faut appuyer sur le bouton
137 quel papier est rentré là dedans ?	L'objet aspiré – désigner avec précision l'objet disparu	- je l'ai vu/le papier de Carambar
151 pourquoi il n'était pas parti le bout de scotch ?	l'objet aspiré – observer le phénomène d'aspiration	- parce qu'il collait toujours
172 mais il est rentré où ?	le parcours de l'objet aspiré-rechercher l'objet « disparu »	- il est dans l'aspirateur
208 vous croyez ?	Une « hypothèse » d'un élève – « valider » un point de vue hypothétique	- oui !
213 est-ce qu'on pourra retrouver le bouton ?	le devenir du bouton — prévoir le résultat d'une observation	- oui/non (*les élèves préfèrent agir plutôt que de justifier la réponse)*

Document 5 : questions de la maîtresse et objets de discours (moyenne section)

Ces questions permettent donc une entrée progressive dans l'activité scientifique scolaire à partir d'une situation fonctionnelle « prétexte » : passer l'aspirateur. Les interventions verbales du maître assurent ainsi un guidage perceptif et thématique de l'activité (Nonnon, 2001). Ce guidage se produit à une échelle macroscopique par le biais des questions qui organisent les différentes phases de travail ; il

[12] Les échanges correspondant à ces trois questions sont reproduits un peu plus loin dans le document 6.

intervient aussi à une échelle plus fine dans les reprises des discours et des actions d'élèves au fil des échanges. Ces reprises peuvent conduire à des désignations plus précises (137) ou transformer une affirmation en objet de débat (208). L'ensemble des interventions du maître assure donc une fonction d'étayage essentielle pour la construction de champs notionnels partagés (Nonnon, 2001).

ASPIRER UN PAPIER OU UN BOUTON : LE CHEMINEMENT DISCURSIF ET COGNITIF D'UN ÉLÈVE DE MOYENNE SECTION

Dans le document 6, nous avons reproduit quelques extraits des échanges de la phase d de la première séance pour les élèves de moyenne section (8 minutes environ). Nous proposons d'examiner le cheminement discursif et cognitif d'un élève – Joshua- qui a été particulièrement actif pendant cette période (répliques en caractères italiques dans le document 6).

Deux objets de discours interviennent tout au long de cette partie de séance : les objets aspirés et le parcours de ces objets. Pour les objets aspirés, nous n'observons pas d'évolution significative de leur formulation, cette absence de reformulation semble indiquer que le travail d'élaboration linguistique et conceptuelle ne porte pas sur ces objets. En revanche la désignation des lieux fait l'objet de formulations plus nombreuses : *« dedans »* (associé en 136 et 173 à une double désignation linguistique et gestuelle et en 171 à une désignation gestuelle), *« dans l'aspirateur »* en 175, *« jusqu'au fond »* en 142, *« au fond de l'aspirateur »* en 181. Ces formulations successives semblent correspondre à une exploration linguistique du parcours de l'objet aspiré depuis l'entrée dans le tube (136) jusqu'au fond de l'aspirateur (181).

Cette exploration linguistique peut paraître bien modeste mais nous pensons que le contenu verbal de ces répliques ne rend pas compte de tout ce que Joshua a voulu exprimer. Il nous semble nécessaire de prendre aussi en compte certains gestes qui accompagnent la parole pour mieux interpréter ces propos. Nous pouvons remarquer en 175 que le geste iconique tout à fait explicite (montrer le parcours supposé de l'objet dans l'aspirateur) ne correspond pas à l'énoncé verbal *(« il est dans l'aspirateur »)*. En effet, ce dernier ne rend pas compte d'un parcours mais seulement d'une relation topologique globale (intérieur/extérieur). Le contenu informatif gestuel est beaucoup plus riche que le contenu verbal. Joshua ne parvient pas à mettre en mots cette relation spatiale qu'il est en train de représenter gestuellement. Ce décalage geste/parole est peut être l'indicateur d'un moment crucial dans l'apprentissage comme le suggèrent certains travaux consacrés au développement multimodal de la parole[13].

[13] Pour Colletta, le geste (comme la prosodie) est probablement planifié à une étape précoce de la production d'énoncé, bien avant la récupération lexicale et probablement indépendant du type de langue (Coletta, 2004). Ceci rend compte du phénomène de non concordance entre parole et gestualité (speech-gesture mismatches) observé par Goldin-Meadow (1997) et qui est un indice clé de nouvelles acquisitions cognitives (état transitionnel de connaissances).

On peut donc supposer qu'on assiste ici à une étape importante de la construction d'un « modèle scientifique » de l'aspirateur suffisamment élaboré pour expliquer les faits observés et pour en prévoir de nouveaux. Cette interprétation pourrait expliquer le comportement de Joshua vis-à-vis de son bouton personnel : non seulement, il ne refuse pas de le laisser aspirer[14] mais en plus il utilise pour la première fois le futur pour exprimer ce qui va se passer. Cette évolution conceptuelle importante est également visible par le biais des éléments prosodiques. Ainsi, en 136, l'intonation interrogative traduit un événement problématique qui marque le début de la phase de recherche des objets aspirés alors que l'exclamation en 171 – pour un énoncé voisin – traduit ce qui est devenu un fait indiscutable. De même, en 216, l'intonation exclamative exprime un fait remarquable (entendre le bruit de son bouton dans l'aspirateur) mais pas étonnant à ce moment de la séance.

Extrait 1 Un élève vient d'aspirer un papier de bonbon (carambar) posé sur la moquette

136 Joshua : *le papier est rentré là dedans ?* (il regarde dans le tube)
137 M. : quel papier est rentré là-dedans ?
138 Joshua : *je l'ai vu le papier de Carambar*
139 M. : où est passé le papier de Carambar ?
140 Maxence : là dedans (en regardant dans le tube/la brosse tombe)
141 M. : bon alors je remets la brosse/peut être qu'on va mettre un/c'est vrai qu'elle s'en va vite/qu'est ce qu'on peut mettre ?
« bricolage » avec du scotch pour fixer la brosse sur le tube
142 Joshua : *le papier est rentré jusqu'au fond hii hop*

Extrait 2 Joshua essaie d'aspirer un morceau de ruban adhésif « collé » sur la moquette

150 Joshua : *ah ben il est pas parti* (il écarte les bras avec un air désolé)
151 M. : alors, pourquoi il n'était pas parti le bout de scotch, Joshua ?
152 Joshua : *parce qu'il collait toujours !* (en le recollant)
153 M. : parce qu'il collait toujours/c'est pour çà qu'il est pas parti ?
154 Maxence : moi je sais le faire !
155 M. : alors attends/Maxence dit qu'il sait/tu sais enlever le bout de scotch ?
156 Maxence : avec les doigts
157 M. : Oh non !
158 Joshua : *non !* (avec une intonation très appuyée)

Extrait 3 Le « scotch » est roulé en boule et jeté sur la moquette – Joshua fait un nouvel essai

170 M. : […] qu'est ce qui s'est passé Joshua ?
171 Joshua : *il est rentré dedans/voilà !*
172 M. : mais il est rentré où ?
173 Joshua : *ben dedans/ici* (en montrant l'ouverture de la brosse)
174 M. : mais où il est maintenant aussi ?
175 Joshua : *il est dans l'aspirateur* (il montre avec la main le « trajet » dans le tuyau souple)
176 Steven : il est en dessous
177 M. : montre moi/. Tu es en train de faire quelque chose avec tes doigts/montre moi/est ce que tu le vois ?
178 Joshua : *Ah oui mais il est parti !*
179 M : il est passé où ?/Montre moi avec tes doigts/fais voir

[14] Le bouton de pantalon de Joshua s'est détaché pendant la séance et a été retrouvé sur la moquette. Si on compare cette situation à la situation d'aspiration de la perle en petite section, on peut considérer que le fait de laisser aspirer son bouton est sans doute révélateur chez Joshua d'une avancée cognitive et d'un changement de point de vue sur l'aspirateur.

Il montre, aidé par Maxence.
180 M. : et où il est maintenant alors ?
181 Joshua : *au fond de l'aspirateur* (avec Steven et Maxence)
182 Maxence : je voudrais ce truc/il s'ouvre pour voir
Avec l'accord de la maîtresse, les élèves ouvrent l'aspirateur et retrouvent dans le sac le morceau de scotch et les objets aspirés auparavant.

Extrait 4 Un enfant trouve un bouton de pantalon sur la moquette.
205 Joshua : *c'est mon bouton*
206 M. : qu'est ce qui se passe si on passe l'aspirateur et qu'on laisse le bouton sur la moquette/qu'est ce qui se passe ?
207 Joshua : *bin, il va rentrer dedans*
208 M. : vous croyez ?

Extrait 5 La maîtresse pose une question, mais les élèves veulent mettre l'aspirateur en route
213 M. : moi, je vous ai posé une question/si on passe l'aspirateur sur la moquette/est ce qu'on pourra retrouver le bouton ?
214 Tous : oui/non
215 M. : oui ou non ?/on pourra le retrouver ? dans le sac elle a dit Gwendoline/vous êtes sûrs vous ?/on essaie ?/allez vas-y Joshua entend le bruit du bouton
216 M. : est ce que vous avez entendu quelque chose ?
217 Tous : oui !
218 Joshua : *c'est mon bouton !*
219 M. : c'est ton bouton ? Ben par où il est passé alors ?
Ils se précipitent tous pour ouvrir l'aspirateur. Maxence prend le sac. Ils retrouvent le bouton

Document 6 : Extraits corpus maternelle moyenne section (séance 1- phase d)

QUELS APPRENTISSAGES SCIENTIFIQUES À L'ISSUE DE CE TRAVAIL

Nous pensons que les constructions intellectuelles élaborées par les élèves possèdent les caractéristiques essentielles des modèles scientifiques : ils sont hypothétiques, modifiables et pertinents pour certains problèmes dans certains contextes (Martinand, 1992). Par exemple le modèle construit dans la première séance (modèle 2 du document 7) ne prend pas en compte le rôle de la circulation de l'air ; il sera modifié ultérieurement pour expliquer de nouvelles observations – notamment la sortie d'air à l'arrière de l'aspirateur (modèle 3). Dans cette démarche de modélisation, la frontière entre registre empirique et modèle évolue au cours de la recherche ; ainsi, la conservation de l'objet aspiré perd progressivement le statut de modèle hypothétique pour enrichir la phénoménologie et permettre l'élaboration d'un modèle plus complexe. Les deux derniers modèles mettent en jeu des relations spatiales ou causales ; ils correspondent à deux « niveaux de formulation » successifs du fonctionnement de l'aspirateur qui ont été visés dans ce module d'apprentissage sur l'aspirateur. Bien entendu, l'idée de « formulation » doit être comprise dans une acception relativement large car, comme nous l'avons indiqué, c'est au travers de

différents systèmes de représentation symbolique (verbal, iconique, gestuel) que les élèves ont réellement exprimé ce qu'ils comprenaient[15].

Modèles de l'aspirateur	*Registre empirique*	*Registre du modèle*
Modèle 1 (utilitaire)	*Les saletés sont enlevées par l'aspirateur.*	*L'objet aspiré disparaît dans le tuyau.*
Modèle 2 (descriptif)	*L'objet aspiré disparaît dans le tuyau.* *On entend le passage de l'objet dans le tuyau.* *On peut vider le sac et récupérer tout ce qu'on a aspiré.*	*L'objet aspiré rentre dans l'aspirateur, passe dans le tuyau et peut être récupéré dans le sac.*
Modèle 3 (explicatif)	*L'objet aspiré rentre dans l'aspirateur, passe dans le tuyau et peut être récupéré dans le sac.* *De l'air entre par le tuyau et sort par l'arrière de l'aspirateur.*	*L'objet est aspiré par l'air qui circule dans l'aspirateur.*

Document 7 : modèles de l'aspirateur

L'examen de l'ensemble du corpus montre que la verbalisation est extrêmement variable selon les élèves et les niveaux de classe mais nous n'avons pas observé de correspondance simple entre verbalisation et élaboration conceptuelle. En particulier les tests d'évaluation réalisés par les élèves de moyenne section[16] à l'issue des séances (document 8) ne montrent pas de corrélation évidente entre la réussite à ces tests et l'importance de la participation verbale lors des séances. La plupart des élèves ont convenablement schématisé le chemin des poussières et celui de l'air.

Pour cette évaluation « graphique », nous avons choisi de proposer un schéma « vierge » à compléter pour éviter une discrimination en fonction des compétences graphiques des élèves. Le croquis de l'aspirateur qui a été choisi était relativement proche de certaines productions initiales des élèves (document I) ; deux éléments « internes » ont été rajoutés : le sac et le bloc moteur (représenté sommairement par un rectangle à l'arrière de l'aspirateur). Deux productions d'élèves sont reproduites dans le document 8 : celle de Théo que nous avons jugée conforme aux objectifs visés et celle de Capucine que nous avons jugée moins satisfaisante.

[15] Contrairement à ce qui peut se passer à d'autres niveaux de la scolarité permettant des travaux sur l'écrit, il est donc beaucoup plus difficile d'aboutir à un « texte du savoir » accepté par tous les élèves. L'idée de « niveau de formulation » doit donc être comprise sur le plan des constructions intellectuelles plus que sur celui des formes langagières proprement dites comme cela peut être le cas à l'école élémentaire.

[16] Pour les élèves de petite section, le test d'évaluation n'a porté que sur le chemin de l'air. Ici encore, nous n'avons pas observé de corrélation évidente entre verbalisation et réussite à ce test.

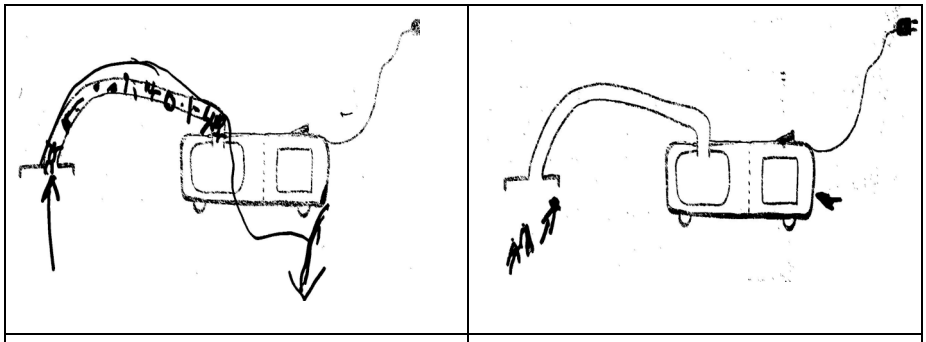


schéma de Théo	schéma de Capucine

Document 8 : tests d'évaluation sur l'aspirateur (schéma à compléter)
(Consigne : 1 dessine le chemin des saletés en bleu- 2 : Dessine le chemin de l'air en rouge)

Théo a représenté dans un premier temps les saletés par des « objets » répartis dans le tuyau de l'aspirateur (formes géométriques en bleu). On peut donc penser qu'il a reconstruit intellectuellement le passage (invisible) des objets aspirés dans l'aspirateur, chemin qui a été étudié lors de la séance précédente (séance analysée dans cet article). Un peu plus tard (après la deuxième séance sur l'étude du déplacement de l'air), il a représenté (en rouge) le chemin de l'air par un trait continu suivant le tuyau, traversant le sac et sortant à l'arrière de l'aspirateur. Ce trait est prolongé par deux flèches orientées dans le sens de déplacement de l'air. Le tracé de l'air semble à première vue « inexact » puisqu'il ne passe pas par l'intérieur du tuyau : Théo n'a sans doute pas voulu recouvrir son dessin des saletés avec ce trait continu ; ce trait longe donc (approximativement à certains moments) le tuyau. Théo a rajouté quelques objets et points en rouge à l'intérieur du tuyau comme s'il avait voulu montrer que l'air passe bien dans le tuyau. Le tracé à la sortie de l'aspirateur a visiblement fait l'objet d'une attention particulière pour ajuster l'extrémité du trait continu et le lieu identifié de la sortie de l'air[17]. La flèche qui « sort » de l'arrière de l'aspirateur représente donc probablement à la fois une « trajectoire » et un sens de déplacement (de l'air) sur cette trajectoire. On retrouve la même signification avec la flèche qui rentre dans la brosse de l'aspirateur

Les flèches utilisées par Capucine ont certainement une autre signification puisqu'elles sont toutes orientées vers l'aspirateur : les flèches bleues des saletés à l'entrée et la flèche rouge de l'air à la « sortie ». Par ailleurs aucun tracé n'est visible à l'intérieur de l'objet. Contrairement au schéma de Théo qui rend compte d'un modèle explicatif de l'aspirateur en terme de circulation d'air et de déplacement d'objets dans l'aspirateur (modèle 3 du document 7), le schéma de Capucine semble se situer à un niveau plus utilitaire du fonctionnement. Ainsi les flèches bleues désignent probablement les objets qui « disparaissent » dans le tuyau ; en revanche, la

[17] La production de Théo semble témoigner d'un important travail de réflexion pour prendre en compte à la fois les contraintes graphiques et ses connaissances sur le fonctionnement de l'aspirateur.

flèche rouge de l'air désigne plus le lieu[18] de sortie que l'air lui-même. Ce choix est peut être révélateur d'une difficulté à concevoir la matérialité de l'air [19]. En tout cas le lien entre l'air et les saletés n'est pas explicité : l'aspirateur apparaît seulement comme un objet qui fait disparaître des objets d'un côté et qui produit un « courant d'air » de l'autre côté. L'absence de lien entre ces deux phénomènes semble indiquer que cette élève n'a pas dépassé le modèle « utilitaire » de l'aspirateur (modèle 1 du document 7). Les autres productions de moyennes section se rapprochent plutôt de celle de Théo et révèlent donc une compréhension satisfaisante des phénomènes étudiés.

Dans cette étude, nous nous sommes surtout intéressés aux interactions (verbales ou non verbales) entre les élèves et le maître pour analyser leur contribution à l'élaboration collective des connaissances. Dans cette approche « sociale », nous avons sans doute négligé ce qui relevait des représentations initiales de chaque élève. Ces représentations apparaissent à certains moments des séances, au travers des discours (représentations sociales sur l'usage de l'aspirateur en début de séance) ou des premiers dessins sur l'aspirateur (représentations « techniques » sur l'aspirateur du document I), mais dans le cadre de notre étude il n'a pas été possible de faire un recueil systématique et une analyse des représentations sur l'ensemble des problèmes abordés[20]. Une telle analyse aurait été très utile pour mieux mettre en relation les élaborations collectives et les apprentissages individuels. De ce point de vue, il aurait sans doute été intéressant de voir si les enfants étaient capables, avant ce module d'apprentissage, d'imaginer une explication du fonctionnement interne de l'aspirateur. Il aurait fallu aussi analyser ces représentations selon l'âge des élèves et repérer d'éventuelles manifestations caractéristiques de la pensée enfantine (anthropomorphisme et finalisme en particulier).

CONCLUSION

Notre projet initial était d'examiner l'argumentation entre élèves en maternelle dans le prolongement d'études réalisées au cycle 3 (Bisault, 2004b). Nous avons été amenés à élargir notre champ d'investigation au delà de la communication verbale en faisant appel à d'autres modalités d'échanges entre les élèves : dessins, schémas, gestes ou actions partagées[21]. Notre étude montre que ces échanges jouent

[18] On retrouve ici plusieurs significations « classiques » de la flèche, signe polysémique par excellence (Lavarde, 1998).

[19] Cette difficulté persiste jusqu'au niveau de l'école élémentaire (Plé, 1997)

[20] Chaque « domaine d'apprentissage » possède ses représentations : l'usage social avec ses stéréotypes culturels, l'usage technique avec ses « obstacles », par exemple le « bouton » qui peut être un interrupteur électrique ou une commande mécanique de rappel du fil électrique. De plus, les techniques d'émergence des représentations ne sont pas faciles à mettre en œuvre avec les compétences langagières limitées des élèves (difficulté de dessin ou d'expression orale).

[21] Contrairement à ce que nous avons pu observer à d'autres niveaux de la scolarité (Bisault, 2004b) il n'est guère possible de distinguer ici la communication et l'investigation ; par exemple, les actions partagées sur l'objet ont sans doute constitué une forme de communication non verbale.

un rôle important dans les apprentissages individuels : Les actions et observations réalisées par quelques élèves ont été largement intégrées par les autres élèves même si elles n'ont pas toujours été systématiquement verbalisées. Il nous semble donc que les effets positifs du débat et de l'argumentation sur l'apprentissage constatés par ailleurs avec les élèves de l'école élémentaire (Bisault, 2004b) se retrouvent en partie pour les élèves de l'école maternelle à condition de considérer le débat dans une dimension plus large incluant les interactions non verbales. La communication ne se limite pas à des échanges verbaux ; il est nécessaire de prendre également en compte les actions et les gestes qui constituent une part importante de ce qui peut être partagé, notamment pour les élèves les plus jeunes. On ne peut pas parler d'argumentation au sens strict car il y a très peu d'échanges verbaux directs entre élèves (surtout avec les plus petits) ; les points de vue de chacun n'ont pas été toujours explicités et encore moins défendus de façon systématique. Cependant, on peut constater que des points de vue ont pu se construire et être validés par différentes voies, verbales ou non verbales grâce à la médiation de l'enseignant. Notre étude montre ce que des élèves ont été en mesure de construire par le langage et l'action ; il est en revanche difficile de conclure sur la part respective de l'un et de l'autre dans les apprentissages scientifiques à l'école maternelle.

Joël BISAULT
GRIEST — IUFM de l'Académie d'Amiens
UMR STEF-ENS Cachan

Abstract : The research that we present has been achieved in the setting of a research about argumentation in sciences teaching at primary school. It is supported by oral analysis of dialogue recorded during the class activities dedicated to the study of the working of an usual technical object : the vacuum cleaner. These activities have been carried out in two classes of nursery school (small section and medium section). We crossed points of view of the didactic of sciences and the didactic of the french to observe the progressive construction of speeches and knowledge in link with phenomena or objects observed and manipulated.

Key words : Language, argumentation, sciences, modelling, nursery school

Bibliographie

Astolfi J.-P., Peterfalvi B. & Vérin A. (1991) *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*. Paris : INRP.

Bisault J. & Rebiffé, C. (2004). « Parler, agir et conceptualiser en sciences à l'école maternelle » — in : *Actes du colloque international « Faut-il parler pour apprendre ? »* [Cédérom] IUFM Nord – Pas de Calais.

Bisault J. & Fontaine V. (2004) « Constituer une communauté scientifique scolaire pour susciter l'argumentation entre élèves » — *Aster* 38 (91-122).

Bronckart J.-P. (1996) *Activité langagière, textes et discours : pour un interactionisme socio-discursif*. Lausanne-Paris : Delachaux et Niestlé.

Colletta J.-M. (2004) *Le développement de la parole chez l'enfant âgé de 6 à 11 ans*. Sprimont : Mardaga.

Goldin-Meadow S. (1997) « When gestures and words speak differently » — *Current Directions in Psychological Science* 6, 5 (138-145).

Latour B. & Woolgar S. (1988) *La vie de laboratoire*. Paris : La Découverte.

Lavarde A. (1998) « La flèche, le signe qui anime les schémas » — *Communication et langages* 109 (51-62).

Martinand J.-L. (dir.) (1992) *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP.

Nonnon E. (2001) « La construction d'objets communs d'attention et de champs notionnels à travers l'activité partagée de description » — in : M. Grandaty et G. Turco (coord.) *L'oral dans la classe : discours, métadiscours, interactions verbales et construction de savoirs à l'école primaire*. Paris : INRP.

Plé E. (1997) « Transformation de la matière à l'école élémentaire » — *Aster* 24 (203-229).

Rebiere M. (2000) *Langage, posture et cognition : enjeux et obstacles de l'activité langagière dans la classe de sciences à l'école élémentaire*. Université Bordeaux 2, thèse de doctorat (sous la direction de M. Brossard et J.-P. Bernié).

Toulmin S. (1958, trd. 1993) *Les usages de l'argumentation*. Paris : PUF

Vérin A. (1988) « Apprendre à écrire pour apprendre les sciences » — *Aster* 6 (15-46).